



IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

Frutschi, Hans Ulrich

Application No.: 10/780618

Filing Date: 19 February 2004

Title: METHOD FOR OPERATING A
PARTIALLY-CLOSED, TURBO
CHARGED GAS TURBINE CYCLE,
AND GAS TURBINE SYSTEM FOR
CARRYING OUT THE METHOD

Art Unit: 3164

Examiner: Trieu

Atty. Ref. No.: 003-116

**SUBMISSION OF CERTIFIED COPY OF APPLICATION IN SUPPORT OF A
CLAIM FOR PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119**

Commissioner For Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

Applicant submits herewith a certified copy of the prior application identified below, in support of a claim for priority under 35 U.S.C. § 119 in the above-identified patent application:

Country	Priority Document Appl. No.	Filing Date
Germany	103 07 374.4	21 February 2003

Prompt acknowledgment of this claim and submission is respectfully requested.

Respectfully submitted,

Date: 29 Nov. 2004

Adam J. Cermak
Reg. No. 40,391

U.S. P.T.O. Customer Number 36844
Cermak & Kenealy LLP
P.O. Box 7518
Alexandria, VA 22307

10/780618



**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung**

Aktenzeichen: 103 07 374.4

Anmeldetag: 21. Februar 2003

Anmelder/Inhaber: ALSTOM (Switzerland) Ltd., Baden/CH

Bezeichnung: Verfahren zum Betrieb eines teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinenkreislaufs sowie Gasturbinensystem zur Durchführung des Verfahrens

IPC: F 02 C 1/08

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 30. September 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

**CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT**

5

10

BESCHREIBUNG

15 VERFAHREN ZUM BETRIEB EINES TEILGESCHLOSSENEN, AUFGEADENEN
GASTURBINENKREISLAUFS SOWIE GASTURBINENSYSYEM ZUR DURCHFÜHRUNG
DES VERFAHRENS

20 TECHNISCHES GEBIET

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf das Gebiet der Gasturbinentechnik. Sie betrifft ein Verfahren zum Betrieb eines teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinenkreislaufs sowie ein Gasturbinensystem zur Durchführung des Verfahrens.

25

STAND DER TECHNIK

Es ist bekannt, dass auf der Basis von Turboladern, wie sie z.B. zur Aufladung von
30 Verbrennungsmotoren Verwendung finden, Gasturbinen zur Leistung von Arbeit
aufgebaut werden können. Ein Beispiel dafür sind die von der Firma ABB-Energie-Services seit einigen Jahren angebotenen Mikroturbinen (vom Typ MT100)

mit einer elektrischen Leistung von 100 kW, welche als kleine Wärmekraftkopplungsanlagen dienen sollen (siehe z.B. die Schweizerische Technische Zeitschrift STZ Nr.4/2002, Seiten 38 bis 40 oder ABB Review 3/2000, S. 22-30).

- 5 Da solchermassen konzipierte Gasturbinen höchstens mässig gekühlte Turbinen aufweisen, darf die die Turbine beaufschlagende Heissgastemperatur, welche durch die Verbrennung eines Brennstoffes in der zwischen Verdichter und Turbine angeordneten Brennkammer erzeugt wird, nicht dem sehr hohen Standard des heutigen Gasturbinenbaues entsprechen. Demzufolge ist zur Erlangung eines interessanten Wirkungsgradniveaus der Krafterzeugung die Einfügung eines Rekuperators erforderlich, wie dies bei der oben genannten Mikroturbine MT100 der Fall ist. Im Rekuperator wird den heissen Turbinenabgasen Wärme entzogen und zur Aufheizung der verdichteten Verbrennungsluft vor deren Eintritt in die Brennkammer verwendet. So kann ein Wirkungsgrad von mindestens 30% erwartet werden.
- 10
- 15

Solchermassen aufgebaute Gasturbinen ergeben ein schlechtes Verhalten bezüglich Teillastwirkungsgrad, weil die bei Turboladern verwendeten Radialverdichter keine Regelung des Ansaugmassenstromes erlauben, es sei denn, die sehr verlustbehaftete Methode der Drosselung würde angewendet. Die Leistung muss also durch die Veränderung der Turbineneintrittstemperatur geregelt werden, was exergetisch sehr ungünstig ist.

20

Ein weiterer Nachteil einer solchen Kreislaufkonfiguration mit Rekuperator ist einerseits das geringe optimale Druckverhältnis in bezug auf den Wirkungsgrad, welches eine magere spezifische, auf den Luftstrom bezogene Leistung ergibt. Andererseits ist der Wärmeübergang auf der Niederdruckseite des Rekuperators gering, da das Turbinenabgas lediglich Barometerdruck aufweist.

25

30 In einer unveröffentlichten älteren Anmeldung desselben Anmelders ist für herkömmliche, grosse Gasturbinen ein teilgeschlossener, aufgeladener Gasturbinenkreislauf vorgeschlagen worden, bei dem auf der Niederdruckseite des Rekupe-

- rators ein Abgasturbolader angeschlossen ist, der einen Teilstrom aus dem Kreislauf auf einem ersten geeigneten Temperaturniveau des Rekuperators entnimmt und in der Turbine des Abgasturboladers entspannt, und angesaugte Umgebungsluft in der Turbine des Abgasturboladers komprimiert und auf einem zweiten
- 5 Geeigneten Temperaturniveau des Rekuperators dem Kreislauf zuführt.

DARSTELLUNG DER ERFINDUNG

- 10 Es ist Aufgabe der Erfindung, einen Gasturbinenkreislauf anzugeben, welcher sich für kleine Wärmekraftkopplungsanlagen eignet, sowie ein dafür geeignetes Gasturbinensystem vorzuschlagen.

- Die Aufgabe wird durch die Gesamtheit der Merkmale der Ansprüche 1 und 12
- 15 gelöst. Der Kern der Erfindung besteht darin, in einem teilgeschlossenen, aufgeladenen Kreislauf als krafterzeugende Gasturbine eine Gasturbine nach Art eines Abgasturboladers mit einem Radialverdichter einzusetzen.

- Vorzugsweise wird als Gasturbine entweder ein zweiter Abgasturbolader oder eine
- 20 Mikroturbine verwendet. Bekannte Mikroturbinen können dabei als aus Abgasturboladern abgeleitete Konfigurationen betrachtet werden.

- Vorzugsweise wird der an der Entnahmestelle entnommene Teil des Arbeitsmediums in der Turbine des ersten Abgasturboladers derart entspannt, dass die für
- 25 den Antrieb des Verdichters des ersten Abgasturboladers erforderliche Leistung erbracht wird. Um dieses zu erreichen, wird das Arbeitsmedium für die Beaufschlagung der Ladeturbine dem Rekuperator niederdruckseitig an einer Stelle gerade ausreichenden Temperaturniveaus entnommen. Insbesondere deckt die durch den Verdichter des ersten Abgasturboladers dem Arbeitsmedium zugeführte
- 30 Luftmenge mindestens den Bedarf an Verbrennungsluft in der Brennkammer.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des Verfahrens nach der Erfindung zeichnet sich dadurch aus, dass dem Arbeitsmedium zwischen dem niederdruckseitigen Ausgang des Rekuperators und dem Eingang des Verdichters der Gasturbine in einem Vorkühler Wärme entzogen wird. Diese Wärme kann zumindest teilweise zu
5 Heizzwecken dienen.

Eine andere Ausgestaltung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl des ersten Abgasturboladers mittels einer mit dem ersten Abgasturbolader verbundenen Hilfsmaschine, insbesondere in Form einer über Umrichter mit dem Stromnetz
10 verbundenen elektrischen Maschine, gesteuert wird, um den Aufladungsgrad einzustellen.

Auch ist es denkbar, die Drehzahl des ersten Abgasturboladers durch einen einstellbaren Nebenschluss zwischen dem Verdichter und der Turbine des ersten
15 Abgasturboladers zu steuern, um den Aufladungsgrad einzustellen. Auch Drosselung und/oder Ausblasung sind denkbar.

Eine erweiterte Version des Verfahrens nach der Erfindung ist dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Verdichter der Gasturbine kommende Arbeitsmedium
20 vor Eintritt in den Rekuperator im Verdichter eines dritten Abgasturboladers weiter komprimiert wird, und dass das aus der Brennkammer ausströmende Arbeitsmedium vor dem Eintritt in die Turbine der Gasturbine zunächst in der Turbine des dritten Abgasturboladers entspannt wird, wobei das Arbeitsmedium vor dem Eintritt in den Verdichter des dritten Abgasturboladers in einem Zwischenkühler abge-
25 kühlt wird. Zusätzlich kann das aus der Turbine des dritten Abgasturboladers Abgas vor dem Eintritt in die Turbine des zweiten Abgasturboladers in einer zweiten Brennkammer zwischenerhitzt werden.

Eine bevorzugte Ausgestaltung des erfindungsgemässen Gasturbinensystems
30 zeichnet sich dadurch aus, dass zwischen dem Eingang des Verdichters der Gasturbine und dem niederdruckseitigen Ausgang des Rekuperators ein Vorkühler angeordnet ist, dass der erste Abgasturbolader durch eine Hilfsmaschine, insbe-

sondere in Form einer über Umrichter mit dem Stromnetz verbundenen elektrischen Maschine, antreibbar ist, und dass zwischen dem Ausgang des Verdichters und dem Eingang der Turbine des ersten Abgasturboladers ein Nebenschlussventil angeordnet ist. Es kann aber auch ein Abblasorgan nach dem Lader oder eine Drosselung des Laders vorgesehen sein. Von besonderer Wichtigkeit ist die Anzapfung der Niederdruckseite des Rekuperators an einer Stelle gerade ausreichenden Temperaturniveaus für die Beaufschlagung der Ladeturbine, wobei die Anzapfung regelbar sein kann.

Insbesondere kann zwischen der Gasturbine und der Hochdruckseite des Rekuperators ein dritter Abgasturbolader angeordnet sein, derart, dass der Verdichter des dritten Abgasturboladers zwischen dem Ausgang des Verdichters der Gasturbine und dem hochdruckseitigen Eingang des Rekuperators und die Turbine des dritten Abgasturboladers zwischen dem Eingang der Turbine der Gasturbine und dem Ausgang der Brennkammer angeordnet ist. Darüber hinaus kann zwischen dem Ausgang des Verdichters der Gasturbine und dem Eingang des Verdichters des dritten Abgasturboladers ein Zwischenkühler angeordnet sein. Desgleichen kann nach der Turbine des dritten Abgasturboladers eine weitere Brennkammer angeordnet sein.

Weitere Ausgestaltungen ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

KURZE ERLÄUTERUNG DER FIGUREN

Die Erfindung soll nachfolgend anhand von Ausführungsbeispielen im Zusammenhang mit der Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen

Fig. 1 ein vereinfachtes Schema eines teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinenkreislaufs bzw. -systems gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Abgasturboladern; und

Fig. 2 ein vereinfachtes Schema eines teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinenkreislaufts bzw. -systems gemäss einem zweiten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit drei Abgasturboladern.

5

WEGE ZUR AUSFÜHRUNG DER ERFINDUNG

In Fig. 1 ist ein vereinfachtes Schema eines teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinenkreislaufts bzw. -systems gemäss einem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung mit zwei Abgasturboladern wiedergegeben. Eine Gasturbine in Form eines ersten Abgasturboladers ATL1 hat auf einer gemeinsamen, mit einem Generator 4 verbundenen Welle 3 einen Verdichter 1 und eine Turbine 2. Die vom Verdichter 1 verdichtete Verbrennungsluft wird in einer Brennkammer 6 zur Verbrennung eines über eine Brennstoffzufuhr 8 zugeführten Brennstoffes verwendet, die heissen Rauchgase werden dann in der Turbine 2 unter Arbeitsleistung entspannt. Das Abgas wird vom Ausgang der Turbine 2 über die Niederdruckseite eines Rekuperators 5 und einen Vorkühler 7 zum Eingang des Verdichters 1 zurückgeführt. Der dadurch gebildete Gasturbinenkreislauf über den Rekuperator 5 und den Vorkühler 7 ist jedoch höchstens teilweise geschlossen, wobei ein zweiter Abgasturbolader ATL2 die Aufladung des Prozesses bewirkt. Die durch den Verdichter 13 des zweiten Abgasturboladers ATL2 in den Gasturbinenkreislauf eingebrachte Luftmenge soll dabei mindestens den Bedarf an Verbrennungsluft in der Brennkammer 6 decken, was etwa einem Viertel der in den Maschinen 1 und 2 zirkulierenden menge entspricht. Die durch die Verbrennung entstandenen Abgase werden durch die Turbine 14 des zweiten Abgasturboladers ATL2 entspannt, so dass die für den Antrieb des Verdichters 13 erforderliche Leistung erbracht wird.

Um dem zweiten Abgasturbolader ATL2 gerade die für dessen Vollastbetrieb benötigte Energie zuzuführen, soll die für die Turbine 14 erforderliche Rauchgasmenge der Niederdruckseite des Rekuperators 5 an einer Entnahmestelle 9 entnommen werden, an welcher das erforderliche Temperaturniveau eben gerade vorhanden ist. Ebenso soll der Verdichter 13 des zweiten Abgasturboladers ATL2

die verdichtete Luft dem Rekuperator 5 in dessen Niederdruckseite an einer Zuführstelle 10 zuführen, an welcher etwa gerade die Verdichteraustrittstemperatur herrscht. Dies ist natürlich nur möglich, wenn die Austrittstemperatur des Ladeverdichters jene des Gasturbinenverdichters um mehr als den Temperatursprung des Rekuperators 5 übersteigt, was gemäss der Fig. 2 gegeben sein kann.

Eine solchermassen konfigurierte Gasturbine weist gegenüber dem Stand der Technik die folgenden Vorteile auf:

- 10 Erstens erlaubt der Grad der Aufladung einen Teillastbetrieb, ohne dass die Heissgastemperatur vor der Turbine 2 abgesenkt werden muss, was den Wirkungsgrad auch bei Teillast hoch hält. Um den Aufladungsgrad abzusenken, kann z.B. eine mit dem zweiten Abgasturbolader ATL2 gekoppelte, über Umrichter mit dem Stromnetz verbundene, elektrische Maschine 15 in ihrer Drehzahl gesenkt werden, was die Absenkung der Drehzahl des zweiten Abgasturboladers ATL2 und eine damit verbundene Verminderung des geförderten Luftstromes bewirkt. Aber auch durch die teilweise Öffnung eines Nebenschlussventils 11 ist eine Drehzahlreduktion des zweiten Abgasturboladers ATL2 machbar.
- 20 Zweitens bewirkt die Aufladung des Gasturbinenkreislaufes eine wesentliche Verbesserung der Wärmeübergangszahlen im Rekuperator 5, etwa wie Druck hoch 0,75, also bei z.B. 4 bar auf der Niederdruckseite fast um einen Faktor 3. In diesem Verhältnis reduziert sich die erforderliche Austauschfläche für die auszutauschende Wärmeleistung. Das Gleiche gilt natürlich auch für den Vorkühler 7, welcher der Auskoppelung der zu Heizzwecken herangezogenen Abwärme, sowie zur
25 weitestgehenden Rückkühlung des Kreislaufgases bzw. Arbeitsmediums am Eintritt in den Verdichter 1 dient.

Das Schema eines erweiterten, zweiten Ausführungsbeispiels zeigt Fig. 2. Hier ist zwischen dem ersten Abgasturbolader ATL1 und dem Rekuperator 5 ein dritter Abgasturbolader ATL3 angeordnet. Der Verdichter 16 des dritten Abgasturboladers ATL3 liegt zwischen dem Ausgang des Verdichters 1 und dem hochdrucksei-

tigen Eingang des Rekuperators 5. In der Verbindungsleitung ist ein Zwischenkühler 12 vorgesehen. Die Turbine 17 des dritten Abgasturboladers ATL3 ist zwischen dem Ausgang der Brennkammer 6 und dem Eingang der Turbine 2 angeordnet. Zum Aufbau einer solchen Anlage werden mindestens drei Abgasturbolader ATL1,...,ATL3 unterschiedlicher Grösse verwendet. Abgasturbolader ATL2 weist etwa den Volumenstrom des Abgasturboladers ATL1 auf, was bei einer Aufladung auf 4 bar etwa den vierten Teil des Kreislaufstromes als Ladeluftmenge ergibt. Der Abgasturbolader ATL3 weist um etwa einen Faktor 2 kleinere Abmessungen auf.

Bei der in Fig. 2 dargestellten Anlage ist es schliesslich denkbar, das Abgas der Turbine 17 des dritten Abgasturboladers ATL3 in einer nachgeschalteten zweiten Brennkammer 6' (in Fig. 2 gestrichelt dargestellt) zwischenzuerhitzen.

Solche teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinensysteme sind vorwiegend für die Verfeuerung von sauberen Brennstoffen, wie z.B. Erdgas, geeignet. Sie bringen im Vergleich zum erforderlichen Mengengerüst eine um den Aufladungsgrad grössere Leistung als nichtaufgeladene Sauggasturbinen. Dementsprechend sollten die spezifischen, auf die abgegebene Leistung bezogenen Anlagekosten geringer ausfallen.

BEZUGSZEICHENLISTE

1	Verdichter
25 2	Turbine
3	Welle
4	Generator
5	Rekuperator
6,6'	Brennkammer
30 7	Vorkühler
8	Brennstoffzufuhr
9	Entnahmestelle

	10	Zuführungsstelle
	11	Nebenschlussventil
	12	Zwischenkühler
	13,16	Verdichter
5	14,17	Turbine
	15	elektrische Maschine
	100,200	Gasturbinensystem
	ATL1,...,ATL3	Abgasturbolader

PATENTANSPRÜCHE

1. Verfahren zum Betrieb eines teilgeschlossenen, aufgeladenen Gasturbinenkreislaufs, bei welchem Verfahren Brennstoff in einer Brennkammer (6) unter Zuführung einer Verbrennungsluft enthaltenden, gasförmigen komprimierten Arbeitsmediums verbrannt, das die heißen Verbrennungsgase enthaltende Arbeitsmedium in einer Turbine (2) einer Gasturbine (1, 2, 3) unter Arbeitsleistung entspannt, dem entspannten Arbeitsmedium in einem nachfolgenden Rekuperator (5) Wärme entzogen, das abgekühlte Arbeitsmedium anschliessend in einem Verdichter (1) der Gasturbine (1, 2, 3) komprimiert und dem komprimierten Arbeitsmedium vor dem erneuten Eintritt in die Brennkammer (6) im Rekuperator (5) Wärme zugeführt wird, und bei welchem Verfahren auf der Niederdruckseite des Rekuperators (5) ein Teil des entspannten Arbeitsmediums an einer auf einem geeigneten ersten Temperaturniveau befindlichen Entnahmestelle (9) entnommen und in der Turbine (14) eines ersten Abgasturboladers (ATL2) weiter entspannt wird, und durch den Verdichter (13) des ersten Abgasturboladers (ATL2) Luft angesaugt und verdichtet und die verdichtete Luft dem Arbeitsmedium auf der Niederdruckseite des Rekuperators (5) an einer auf einem geeigneten zweiten Temperaturniveau befindlichen Zuführungsstelle (10) zugeführt wird, dadurch gekennzeichnet, dass eine Gasturbine (1, 2, 3) verwendet wird, deren Verdichter (1) als Radialverdichter ausgebildet ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Gasturbine (1, 2, 3) ein zweiter Abgasturbolader (ATL1) verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass als Gasturbine (1, 2, 3) eine Mikroturbine verwendet wird.

4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass der an der Entnahmestelle (9) entnommene Teil des Arbeitsmediums in der Turbine (14) des ersten Abgasturboladers (ATL2) derart entspannt wird, dass die

für den Antrieb des Verdichters (13) des ersten Abgasturboladers (ATL2) erforderliche Leistung erbracht wird.

5 5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass die durch den Verdichter (13) des ersten Abgasturboladers (ATL2) dem Arbeitsmedium zugeführte Luftmenge mindestens den Bedarf an Verbrennungsluft in der Brennkammer (6) deckt.

10 6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, dass das zweite Temperaturniveau in etwa gerade der Verdichteraustrittstemperatur entspricht.

15 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass dem Arbeitsmedium zwischen dem niederdruckseitigen Ausgang des Rekuperators (5) und dem Eingang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) in einem Vorkühler (7) Wärme entzogen wird.

20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl des ersten Abgasturboladers (ATL2) mittels einer mit dem ersten Abgasturbolader (ATL2) verbundenen Hilfsmaschine, insbesondere in Form einer über Umrichter mit dem Stromnetz verbundenen elektrischen Maschine (15), gesteuert wird, um den Aufladungsgrad einzustellen.

25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Drehzahl des ersten Abgasturboladers (ATL2) durch einen einstellbaren Nebenschluss (11) zwischen dem Verdichter (13) und der Turbine (14) des ersten Abgasturboladers (ATL2) gesteuert wird, um den Aufladungsgrad einzustellen.

30 10. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das aus dem Verdichter (1) der Gasturbine (1, 2, 3) kommende Arbeitsmedium vor Eintritt in den Rekuperator (5) im Verdichter eines dritten Abgasturboladers (ATL3) weiter komprimiert wird, und dass das aus der Brennkammer (6) ausströmende Arbeits-

medium vor dem Eintritt in die Turbine (2) der Gasturbine (1, 2, 3) zunächst in der Turbine (17) des dritten Abgasturboladers (ATL3) entspannt wird.

11. Verfahren nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass das
5 Arbeitsmedium vor dem Eintritt in den Verdichter (16) des dritten Abgasturboladers (ATL3) in einem Zwischenkühler (12) abgekühlt wird, und dass das Abgas der Turbine (17) des dritten Abgasturboladers (ATL3) in einer weiteren Brennkammer (6') zwischenerhitzt wird.

10 12. Gasturbinensystem zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 1, umfassend eine Gasturbine (1, 2, 3) mit einem Verdichter (1) und einer Turbine (2), welche über eine gemeinsame Welle (3) einen Generator (4) antreiben, sowie eine Brennkammer (6), deren Ausgang mit dem Eingang der Turbine (2) der Gasturbine (1, 2, 3) verbunden ist, eine Brennstoffzufuhr (8) aufweist und über die
15 Hochdruckseite eines Rekuperators (5) Verbrennungsluft vom Ausgang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) erhält, wobei der Ausgang der Turbine (2) und der Eingang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) über die Niederdruckseite des Rekuperators (5) verbunden sind, und wobei auf der Niederdruckseite des Rekuperators (5) ein Luft ansaugender erster Abgasturbolader (ATL2) mit dem
20 Ausgang seines Verdichters (13) und dem Eingang seiner Turbine (14) auf an unterschiedlichen Stellen (9, 10) angeschlossen ist, dadurch gekennzeichnet, dass der Verdichter (1) der Gasturbine (1, 2, 3) als Radialverdichter ausgebildet ist.

25 13. Gasturbinensystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine (1, 2, 3) als zweiter Abgasturbolader (ATL1) ausgebildet ist.

14. Gasturbinensystem nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Gasturbine (1, 2, 3) als Mikroturbine ausgebildet ist.

30

15. Gasturbinensystem nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Eingang des Verdichters (1) der Gasturbine (1,

2, 3) und dem niederdruckseitigen Ausgang des Rekuperators (5) ein Vorkühler (7) angeordnet ist, welcher der Auskopplung von Heizwärme dienen kann.

16. Gasturbinensystem nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abgasturbolader (ATL2) durch eine Hilfsmaschine, insbesondere in Form einer über Umrichter mit dem Stromnetz verbundenen elektrischen Maschine (15), antreibbar ist.

17. Gasturbinensystem nach einem der Ansprüche 12 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ausgang des Verdichters (13) und dem Eingang der Turbine (14) des ersten Abgasturboladers (ATL2) ein Nebenschlussventil (11) angeordnet ist.

18. Gasturbinensystem nach einem der Ansprüche 12 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Gasturbine (1, 2, 3) und der Hochdruckseite des Rekuperators (5) ein dritter Abgasturbolader (ATL3) angeordnet ist, derart, dass der Verdichter (16) des dritten Abgasturboladers (ATL3) zwischen dem Ausgang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) und dem hochdruckseitigen Eingang des Rekuperators (5) und die Turbine (17) des dritten Abgasturboladers (ATL3) zwischen dem Eingang der Turbine (2) der Gasturbine (1, 2, 3) und dem Ausgang der Brennkammer (6) angeordnet ist.

19. Gasturbinensystem nach Anspruch 18, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem Ausgang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) und dem Eingang des Verdichters (16) des dritten Abgasturboladers (ATL3) ein Zwischenkühler (12) angeordnet ist, und dass zwischen der Turbine (17) des dritten Abgasturboladers (ATL3) und der Turbine (2) der Gasturbine (1, 2, 3) eine weitere Brennkammer (6') angeordnet ist.

20. Gasturbinensystem nach einem der Ansprüche 18 oder 19, dadurch gekennzeichnet, dass der erste Abgasturbolader (ATL2) von seinem Massenstrom her etwa ein Viertel so gross ist wie der zweite Abgasturbolader (ATL1), und dass

der dritte Abgasturbolader (ATL3) für etwa den halben Volumenstrom der Gasturbine (1, 2, 3) ausgelegt ist.

ZUSAMMENFASSUNG

Ein Gasturbinensystem umfasst eine Gasturbine (1, 2, 3) mit einem Verdichter (1) und einer Turbine (3), welche über eine gemeinsame Welle (3) einen Generator (4) antreiben, sowie eine Brennkammer (6), deren Ausgang mit dem Eingang der Turbine (2) der Gasturbine (1, 2, 3) verbunden ist, eine Brennstoffzufuhr (8) aufweist und über die Hochdruckseite eines Rekuperators (5) Verbrennungsluft vom Ausgang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) erhält, wobei der Ausgang der Turbine (2) und der Eingang des Verdichters (1) der Gasturbine (1, 2, 3) über die Niederdruckseite des Rekuperators (5) verbunden sind, und wobei auf der Niederdruckseite des Rekuperators (5) ein Luft ansaugender erster Abgasturbolader (ATL2) mit dem Ausgang seines Verdichters (13) und dem Eingang seiner Turbine (14) auf an unterschiedlichen Stellen (9, 10) angeschlossen ist

Ein solches System eignet sich für kleine Wärmekraftkopplungsanlagen, wenn der Verdichter (1) der Gasturbine (1, 2, 3) als Radialverdichter ausgebildet ist.

(Fig. 1)

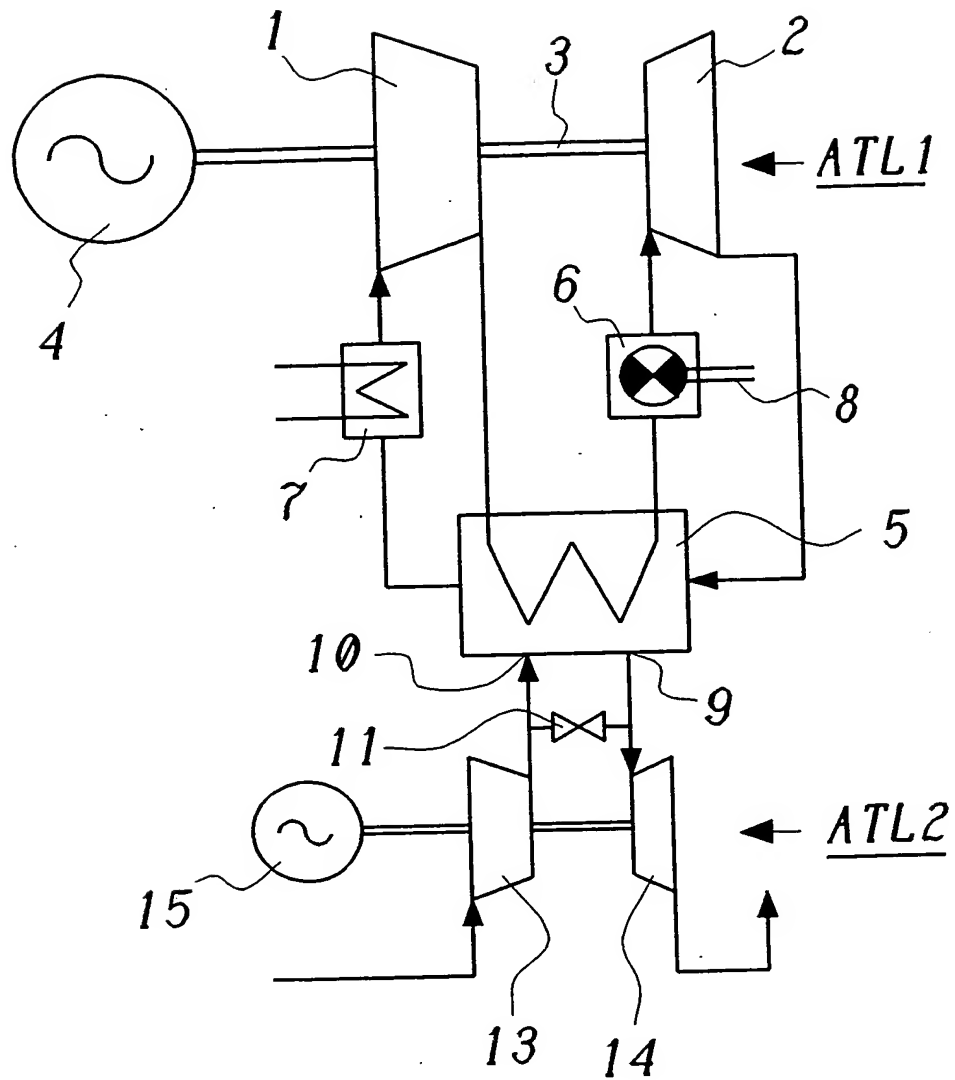
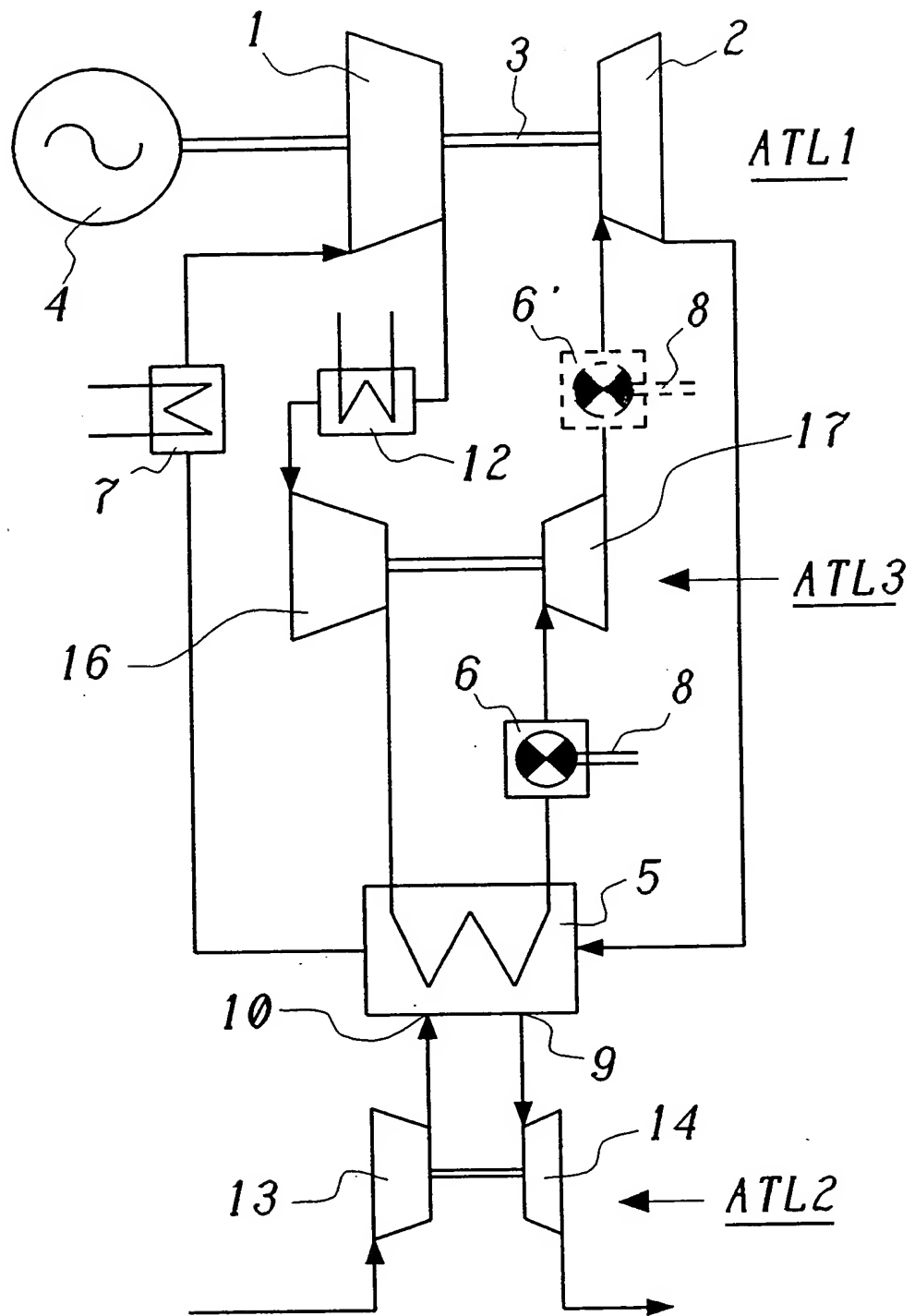


Fig. 1

*Fig. 2*